

## **Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland**

Fassung vom 14.6.2018  
Aktuelle Fassung abrufbar unter [www.pv-fakten.de](http://www.pv-fakten.de)

Zusammengestellt von  
Dr. Harry Wirth  
Bereichsleiter Photovoltaik  
Module und Kraftwerke  
Fraunhofer ISE

Kontakt:  
Karin Schneider  
Presse und Public Relations  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-51 47  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-91 47  
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
[info@ise.fraunhofer.de](mailto:info@ise.fraunhofer.de)

Zitierhinweis: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE, Download von [www.pv-fakten.de](http://www.pv-fakten.de), Fassung vom 14.6.2018

## Inhalt

<b>1. Wozu dieser Leitfaden?</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Erreichen wir unser jährliches Zubauziel?</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Liefert PV relevante Beiträge zur Stromversorgung?</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Ist PV-Strom zu teuer?</b> .....	<b>6</b>
4.1 Stromgestehungskosten.....	7
4.2 Einspeisevergütung .....	9
4.3 Vergütungssumme.....	11
4.4 Preisbildung an der Strombörse und der Merit Order Effekt.....	12
4.5 Ermittlung der Differenzkosten .....	14
4.6 Privilegierte Verbraucher.....	15
4.7 EEG-Umlage .....	15
<b>5. Subventionen und Strompreise</b> .....	<b>18</b>
5.1 Wird PV-Strom subventioniert? .....	18
5.2 Wird die fossile und nukleare Energieerzeugung subventioniert?.....	19
5.3 Subventionieren Mieter gut situierte Hauseigentümer? .....	20
5.4 Verteuert PV-Stromerzeugung den Strom für Privathaushalte?.....	20
5.5 Verteuert PV den Strom für die Industrie?.....	22
<b>6. Exportieren wir massiv PV-Strom ins europäische Ausland?</b> .....	<b>23</b>
<b>7. Kann eine neue PV-Anlage gute Renditen bringen?</b> .....	<b>24</b>
<b>8. Erzeugt die PV-Branche nur Arbeitsplätze in Asien?</b> .....	<b>25</b>
<b>9. Zeigen die großen Kraftwerksbetreiber Interesse an PV?</b> .....	<b>27</b>
<b>10. Welche Fördermittel gehen in die PV-Forschung?</b> .....	<b>30</b>
<b>11. Überlastet PV-Strom unser heutiges Energiesystem?</b> .....	<b>31</b>
11.1 Übertragung und Verteilung.....	31
11.2 Volatilität.....	32
11.2.1 Solarstrom-Produktion ist planbar .....	32
11.2.2 Spitzenproduktion deutlich kleiner als installierte Leistung .....	33
11.2.3 Sonnen- und Windstrom ergänzen sich.....	33
11.3 Regelbarkeit .....	35

11.4	Konflikte mit trägen fossilen und nuklearen Kraftwerken .....	35
11.5	Muss der PV-Ausbau auf Speicher warten? .....	36
<b>12.</b>	<b><i>Verschlingt die Produktion von PV-Modulen viel Energie? .....</i></b>	<b>37</b>
<b>13.</b>	<b><i>Verbrauchen PV-Kraftwerke exzessiv Flächen? .....</i></b>	<b>37</b>
13.1	Wird Deutschland mit PV-Modulen zugepflastert? .....	37
13.2	Konkurriert der PV-Zubau mit der Nahrungsmittelproduktion? .....	38
<b>14.</b>	<b><i>Arbeiten PV-Anlagen in Deutschland effizient? .....</i></b>	<b>38</b>
<b>14.1</b>	<b>Degradieren PV-Anlagen? .....</b>	<b>40</b>
14.2	Verschmutzen PV-Module? .....	40
14.3	Arbeiten PV-Anlagen selten unter Vollast? .....	40
<b>15.</b>	<b><i>Liefert PV relevante Beiträge zum Klimaschutz? .....</i></b>	<b>43</b>
15.1	Gefährdet der anthropogene CO <sub>2</sub> -Ausstoß das globale Klima? .....	43
15.2	Liefert PV relevante Beiträge zur Senkung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes? .....	44
15.3	Entstehen bei der Produktion von PV neben CO <sub>2</sub> weitere klimaschädliche Gase? .....	46
15.4	Heizen dunkle PV-Module durch ihre Absorption die Erde auf? .....	47
<b>16.</b>	<b><i>Ersetzen PV-Anlagen fossile und nukleare Kraftwerke? .....</i></b>	<b>47</b>
<b>17.</b>	<b><i>Können wir einen wesentlichen Teil unseres Energiebedarfs durch PV-Strom decken? .....</i></b>	<b>48</b>
17.1	Energieszenarien .....	50
17.2	Energiebedarf und Energieangebot .....	53
17.3	Ausgleichsmaßnahmen .....	59
17.3.1	Verstetigung der PV-Stromerzeugung .....	59
17.3.2	Komplementärbetrieb regelbarer Kraftwerke .....	60
17.3.3	Senkung des Stromverbrauchs .....	61
17.3.4	Anpassung von Verbrauchsprofilen .....	61
17.3.5	Ausgewogener Zubau von PV- und Windkraftkapazitäten .....	62
17.3.6	Netzausbau .....	63
17.3.7	Umstellung speicherfähiger Verbraucher auf elektrischen Betrieb .....	64
17.3.8	Energiespeicherung .....	65
<b>18.</b>	<b><i>Brauchen wir eine PV-Produktion in Deutschland? .....</i></b>	<b>67</b>
<b>19.</b>	<b><i>Enthalten PV-Module giftige Substanzen? .....</i></b>	<b>68</b>
19.1	Waferbasierte Module .....	68
19.2	Dünnschicht-Module .....	68
19.3	Solarglas .....	68
19.4	Rücknahme und Recycling .....	69

<b>20.</b>	<b><i>Sind Rohstoffe zur PV-Produktion ausreichend verfügbar?</i></b>	<b>69</b>
20.1	Waferbasierte Module	69
20.2	Dünnschicht-Module	69
<b>21.</b>	<b><i>Erhöhen PV-Anlagen das Brandrisiko?</i></b>	<b>70</b>
21.1	Können defekte PV-Anlagen einen Brand auslösen?	70
21.2	Gefährden PV-Anlagen die Feuerwehrleute?	71
21.3	Behindern PV-Module den direkten Löschangriff über das Dach?	71
21.4	Entstehen beim Brand von PV-Modulen giftige Immissionen?	71
<b>22.</b>	<b><i>Anhang: Fachbegriffe</i></b>	<b>72</b>
22.1	EEG-Umlage	72
22.2	Modulwirkungsgrad	73
22.3	Nennleistung eines PV-Kraftwerks	73
22.4	Spezifischer Ertrag	73
22.5	Systemwirkungsgrad	74
22.6	Performance Ratio	74
22.7	Grundlast, Mittellast, Spitzenlast, Netzlast und Residuallast	74
22.8	Brutto- und Netto-Stromverbrauch	75
22.9	Externe Kosten [DLR1]	75
<b>23.</b>	<b><i>Anhang: Umrechnungstabellen [EEBW]</i></b>	<b>76</b>
<b>24.</b>	<b><i>Anhang: Abkürzungen</i></b>	<b>77</b>
<b>25.</b>	<b><i>Anhang: Quellen</i></b>	<b>78</b>
<b>26.</b>	<b><i>Anhang: Abbildungen</i></b>	<b>83</b>

### **14.1 Degradieren PV-Anlagen?**

Ja, aber sehr langsam.

Waferbasierte PV-Module altern so langsam, dass es eine Herausforderung für die Wissenschaftler darstellt, Leistungsverluste überhaupt nachzuweisen.

Eine Studie an 14 Anlagen in Deutschland mit poly- und monokristallinen Modulen hat eine durchschnittliche Degradation von 0,1% relative Abnahme der Wirkungsgrades pro Jahr für die gesamte Anlage inklusiv der Module gezeigt [ISE2]. Die häufig getroffene Annahme von 0,5% Leistungsverlusten pro Jahr erscheint in diesem Kontext sehr konservativ. Üblich sind Leistungsgarantien der Hersteller von 20-25 Jahren, vereinzelt auch bis 30 Jahre, für einen maximalen linearen Leistungsabfall von 20%.

Die genannten Werte beziehen keine Ausfälle aufgrund von Produktionsmängeln mit ein. Abhängig vom Material der Solarzellen kommt eine lichtinduzierte Degradation von 1-2% in den ersten Betriebstagen dazu, wie umfangreiche Messungen am Fraunhofer ISE ergeben haben. Die deklarierte Nennleistung von Modulen bezieht sich meistens auf den Betrieb nach der Anfangsdegradation.

Für viele Dünnschicht-Module liegen noch keine langjährigen Daten vor. Je nach Typ werden nennenswerte Anfangsdegradationen in den ersten Betriebsmonaten und saisonale Schwankungen der Leistung beobachtet.

### **14.2 Verschmutzen PV-Module?**

Ja, aber die allermeisten Anlagen in Deutschland reinigt der nächste Regen wieder, so dass Schmutz praktisch keine Ertragseinbußen bewirkt. Problematisch sind Module mit sehr flachem Aufstellwinkel, naher Laubabwurf oder nahe Staubquellen.

### **14.3 Arbeiten PV-Anlagen selten unter Volllast?**

Ja. Die Kennzahl „Volllaststunden“ wird als Quotient aus der im Lauf eines Jahres tatsächlich erzeugten Energie und der Nennleistung des Kraftwerks (siehe Abschnitt 22.3) ermittelt. Aufgrund der Einstrahlungsbedingungen arbeiten PV-Anlagen nur etwas weniger als die Hälfte der insgesamt 8760 Jahresstunden, und dann auch meistens in Teillast. Die Übertragungsnetzbetreiber gehen in ihrem Trendszenario im Mittel von ca. 980 Vollbenutzungsstunden für PV-Freiflächen-Anlagen in Deutschland aus, bei Dachanlagen von 892 Stunden [ÜNB]. Die komplette Übersicht der Prognosen zu EE zeigt Abbildung 29.